

Стаття присвячена вдосконаленню систем керування освітленням і температурою приміщення на основі використання апаратної обчислювальної платформи Arduino. Використано метод експериментального дослідження, метод комп'ютерного моделювання програматора Arduino. Вдосконалена система керування освітленням та температурою дозволяє покращити енергоефективність приміщень у світлий час доби при високих температурах оточуючого середовища. Отримані результати випробувані на експериментальному стенді. Розроблено та виготовлено експериментальний зразок стенду для моделювання режимів роботи системи керування освітленням та температурою приміщень.

Ключові слова: температура, освітленість, сервопривод, мікроконтролер, Arduino.

B.M. ZLOTENKO, D.V. STATSENKO
Kiev National University of Technology and Design

IMPROVEMENT OF THE ENERGY EFFICIENT LIGHTING AND TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR PREMISES

The article is devoted to the improvement of temperature control and lighting systems on the basis of Arduino hardware platform. Today, when creating energy-efficient premises, the question arises about the development and improvement of modern lighting systems with the rational use of sunlight. The method of experimental research, the method of computer modelling of the Arduino programmer, was used in this article. The improved lighting and temperature control system allows you to improve the energy efficiency of the premises during daylight hours at high temperatures of the surrounding environment. The results obtained were tested on an experimental stand. The dependencies for different modes of operation of lighting control systems and the room temperature during light time weather at high ambient temperatures are established. The use of an improved lighting and temperature control system allows improving the energy efficiency of the premises during the daylight hours at high ambient temperatures. The proposed system allows reducing the indoor temperature by an average of 4°C.

Keywords: temperature, lighting, servo-drive, microcontroller, Arduino.

На сьогоднішній день, при створенні енергоефективних приміщень, постає питання розробки та вдосконалення сучасних систем освітлення з раціональним використанням сонячного світла. Такі системи керування все ще недостатньо поширені в багатьох країнах світу, хоча вони зменшують споживання електроенергії, а також покращують тепловий та візуальний комфорт мешканців та працівників приміщень в яких вони встановлені. Ефективне керування такими системами може призвести до того, що в зимовий період буде зменшуватись кількість споживаної енергії на опалення приміщень, а в літній, відповідно, для охолодження приміщення.

Метою даної роботи є вдосконалення систем керування освітленням і температурою приміщення на основі використання апаратної обчислювальної платформи Arduino.

В залежності від пори року та часу дня змінюється інтенсивність сонячного світла. На рис. 1 зображено інтенсивність сонячного опромінення вертикальної поверхні будівлі влітку (21 червня) та взимку (21 грудня) від часу доби, на 50° північної широти без урахування хмарності та оточуючих будівель, чи природних об'єктів [1–4].

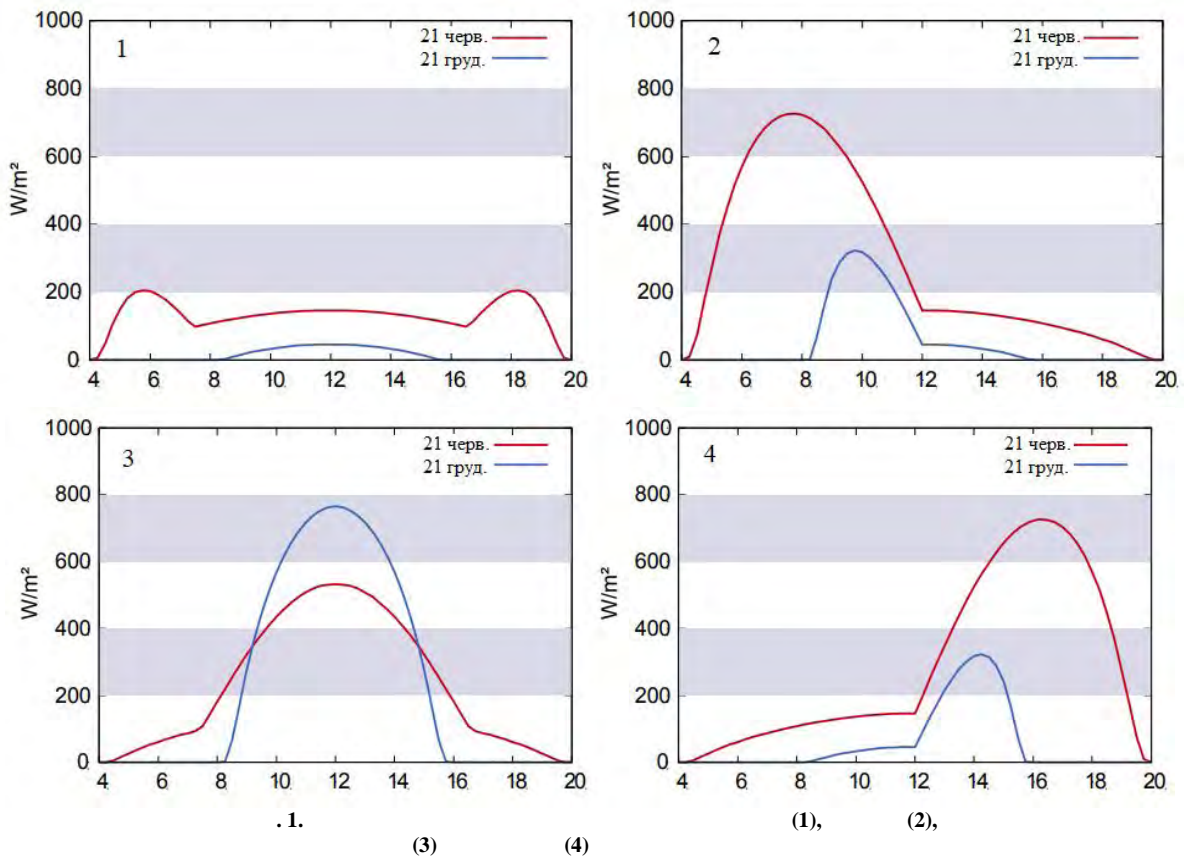
Виходячи з аналізу результатів даних наведених на рис. 1. Зроблені наступні висновки: північний фасад будинку отримує найменшу кількість сонячного опромінення, східний та західний мають симетричні результати, південний фасад отримує найбільшу інтенсивність опромінення.

На базі кафедри електромеханічних систем розроблено лабораторні стенди системи керування освітленням та температурою у приміщенні [5, 6]. Сутність роботи системи керування освітленням базується на використанні цифрового датчика температури, а саме, залежно від температури у приміщенні змінюється освітлюваність за рахунок контролю сонячного опромінення.

Мета даної роботи полягає у вдосконаленні вищенаведених систем керування для збільшення ефективного споживання енергії у приміщенні при високих температурах оточуючого середовища, коли повітря охолоджується за рахунок роботи кондиціонера.

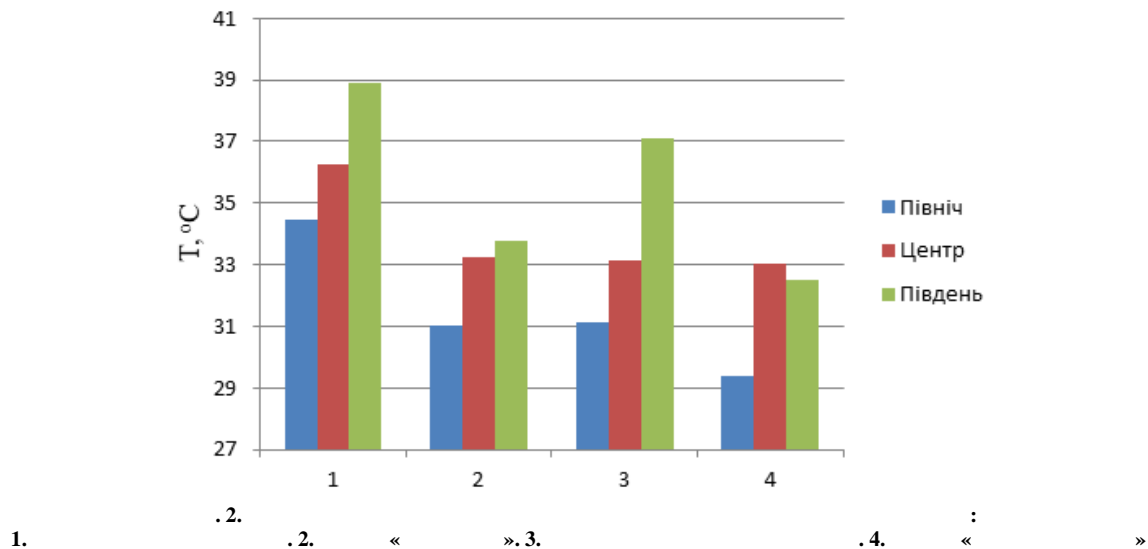
На основі аналізу робіт [2–5], пов'язаних з розробкою системи керування положення ролетів та жалюзі встановлено декілька режимів роботи:

1. Режим «годинника»: система керування змінює положення жалюзі залежно від часу доби від 8:00 до 18:00.
2. Режим визначення температури зовнішнього середовища: жалюзі закриті на 50%, якщо температура повітря більша 23°C і повністю закриті, якщо температура більша 26°C.



3. Режим «рівня освітлення»: жалюзі повністю закриті якщо інтенсивність освітлення перевищує 10000 Люкс, що відповідає ясному сонячному дню (в тіні).

Дані результатів проведених експериментів у трьох регіонах країни з використанням вищенаведених режимів наведені на рис. 2. Експеримент проведено влітку в трьох регіонах країни (північному, центральному, південному) при максимальній температурі оточуючого середовища.



Детально дані експерименту наведено у табл. 1.

Аналіз результатів вищенаведених даних підтверджує, що використання систем керування температурою та освітленням на основі регулювання положення жалюзі знижує температуру у приміщенні у всіх випадках.

Слід зазначити, що режим «рівня освітлення» є найбільш ефективним, оскільки забезпечує комфортну температуру та необхідне освітлення приміщення, коли рівень освітлення менший за 10000 Люкс, або фасад приміщення знаходиться у тіні.

Жалюзі повністю відкриті	34,46	36,26	38,89
Режим «годинника»	-3,41°C	-3,04°C	-5,13°C
Режим визначення температури	-3,31°C	-3,1°C	-1,78°C
Режим «рівня освітлення»	-5,05°C	-3,23°C	-6,37°C

Визначивши оптимальний режим роботи системи керування температурою і освітленням приміщення, здійснено вдосконалення існуючих систем, для підвищення їх енергоефективності при високих температурах оточуючого середовища.

В якості центрального контролера використано Arduino Uno (рис. 3). Arduino – апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата вводу-виводу та середовище розробки на мові програмування Wiring. Даний пристрій може працювати незалежно від персонального комп'ютера при наявності джерела живлення і альтернативного каналу зв'язку. Arduino здатний зчитувати вхідні дані у вигляді напруги на своїх аналогових виводах. Якщо до певних виводів пристрою підключити датчики, то пристрій буде програмним способом зчитувати інформацію з цих виводів.

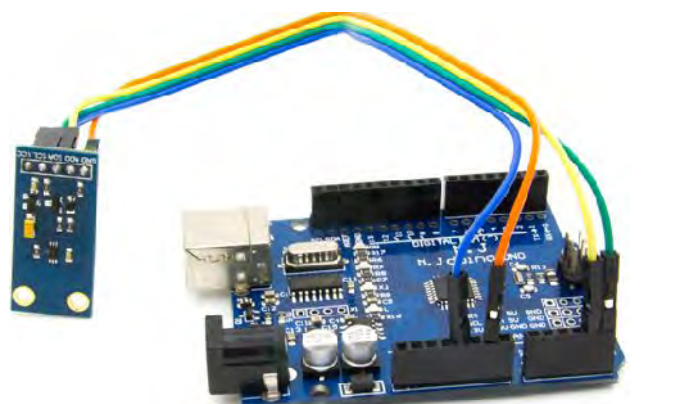


. 3. Arduino Uno

В якості елемента, який буде контролювати зміну інтенсивності освітленості, використовується цифровий датчик освітлюваності BH1750FVI GY-302. У попередніх роботах для визначення освітлюваності використано фоторезистор серії GL55, але його недолік полягає у тому, що для точного визначення рівня необхідно розробити складну вимірювальну схему та калібрувати дані отримані з цього датчика.

Датчик BH1750FVI GY-302 завдяки цифровому інтерфейсу видає готові дані у визначених одиницях виміру. Він укладений в корпусі для поверхневого монтажу WSOF6I. Безпосередньо усередині сам фотодатчик у вигляді фотодіода, підсилювач сигналу фотодіода, АЦП (аналого-цифровий перетворювач) і логіка, яка обробляє дані та переводить все в одиниці виміру Люкс, потім передає по шині I2C до мікроконтролера.

Схема підключення має наступний вигляд (рис. 4).



. 4. BH1750FVI GY-302 Arduino Uno

Для повороту жалюзі залежно від освітлення навколишнього середовища використовується сервопривод SG90 (рис. 5), його особливістю є компактний розмір і незначна вага (15 грамів), він на пряму підключається до контролера Arduino Uno, керування здійснюється через створену бібліотеку в Arduino IDE.

Сутність роботи даної системи базується на тому, що при високих температурах оточуючого

середовища залежно від інтенсивності освітлення жалюзі чи ролети будуть у відчиненому або зачиненому стані.

Коли здійснюється подача живлення на контролер Arduino Uno, вмикається датчик освітлюваності BH1750FVI GY-302, який за допомоги написаної програми буде визначати рівень освітлюваності. Якщо рівень освітлюваності перевищує або дорівнює 10000 Люкс жалюзі необхідно встановити у зачинений стан. В такому випадку контролер Arduino подає живлення через реле на сервопривод і встановлює положення вала сервопривода на 120 градусів, при якому жалюзі знаходяться у зачиненому стані, після чого він перериває подачу живлення. В іншому випадку, якщо освітленість в світлий проміжок часу недостатня, програма відправляє сигнал на сервопривод і встановлює положення вала сервопривода на 0 градусів, що відповідає відчиненому стану жалюзі.



. 5.

SG90

У вечірній проміжок часу, коли необхідне додаткове освітлення у приміщенні, за допомогою тактового перемикача, встановлюється положення вала сервопривода на 120 градусів та вмикається приймання та обробка програмою сигналів з датчика освітлюваності BH1750FVI GY-302.

Використання вдосконаленої системи керування освітленням та температурою дозволяє покращити енергоефективність приміщень у світлий час доби при високих температурах оточуючого середовища. Запропонована система дозволяє зменшити температуру у приміщенні у середньому на 4°C.

1. Будинки і споруди. Методи вимірювання освітленості (ГОСТ 24940-96) : ДСТУ Б В.2.2-6-97. – [Чинний від 1998-01-01]. – (Національні стандарти України).

2. Heschong, L., Windows and Classrooms: A Study of Student Performance and the Indoor Environment. Report prepared for the California Energy Commission. 2003.

3. Hartkopf, V., Loftness, V. Global relevance of total building performance, Automation in Construction 8. 1999. pp. 377-393.

4. Heschong, Mahone, Daylighting in Schools: An investigation into the relationship between daylighting and human performance. 1999.

5. Черниченко Ю.М. Інтелектуальна енергозберігаюча система керування температурою у приміщенні [Електронний ресурс] / Ю.М. Черниченко, Б.М. Злотенко // Технології та дизайн. – 2017. – № 1. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_1_8

6. Заєць Я. Б. Енергоефективна система керування мікрокліматом у приміщенні [Електронний ресурс] / Я. Б. Заєць, Б. М. Злотенко // Технології та дизайн. – 2017. – № 1. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_1_7

References

1. Budynky i sporudy. Metody vymiriuvannya osvitenosti (HOST 24940-96) : DSTU B V.2.2-6-97. – [Chynnyi vid 1998-01-01]. – (Natsionalni standarty Ukrainy).

2. Heschong, L., Windows and Classrooms: A Study of Student Performance and the Indoor Environment. Report prepared for the California Energy Commission. 2003.

3. Hartkopf, V., Loftness, V. Global relevance of total building performance, Automation in Construction 8. 1999. pp. 377-393.

4. Heschong, Mahone, Daylighting in Schools: An investigation into the relationship between daylighting and human performance. 1999.

5. Chernychenko Yu. M., Zlotenko B. M. Intelktualna enerhozberihaiucha systema keruvannya temperaturoiu u prymishchenni. Tekhnolohii ta dyzain. 2017. # 1. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_1_8

6. Zaiets Ya. B., Zlotenko B. M. Enerhoefektyvna systema keruvannya mikroklimatom u prymishchenni. Tekhnolohii ta dyzain. 2017. # 1. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_1_7

Рецензія/Peer review : 11.10.2017 р.

Надрукована/Printed :31.10.2017 р.